

МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
СРЕДНЯЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ШКОЛА № 49 Г. ТОМСКА



УТВЕРЖДАЮ

Директор МБОУ СОШ № 49

Т. А. Прудникова

Приказ № 490 от 25.12.2019 г

Дополнительная образовательная программа
«Углубленное изучение химии»
для обучающихся 9-10 классов
15-17 лет
(срок реализации программы – 1 год)

Автор: Лысакова Елена Николаевна
(учитель химии МБОУ СОШ № 49 г. Томска)
Год разработки 2019

Томск 2019

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дисциплина аналитическая химия входит в состав цикла химических наук раздела естественнонаучных дисциплин Государственного образовательного стандарта. Данная дисциплина в рамках средней школы не изучается. В предлагаемом курсе представлены разделы, посвященные качественному и количественному анализу. В ходе изучения качественного анализа рассматриваются принципы обнаружения и определения элементов, методы определения состава веществ, химическое равновесие и закон действующих масс, теория комплексных соединений, окислительно-восстановительные реакции. В ходе изучения количественного анализа изучаются гравиметрический, титриметрический методы анализа. Курс основывается на курсе аналитической химии и является базой для некоторых разделов органической и неорганической химии, биохимии. Программа курса рассчитана на **60 часов** обучения и предназначена для учеников **9-10 класса**

Основная **цель курса** - формирование у учащихся химического мировоззрения и системных знаний теоретических и практических основ аналитической химии.

Для реализации поставленной цели необходимо решение следующих **задач**:

- дать знания по теоретическим основам аналитической химии и научить их применять
- научить первоначальным навыкам проведения основных методов анализа
- показать взаимосвязь химии с другими естественно-научными дисциплинами
- выработать потребность самостоятельно приобретать химические знания
- ознакомить с принципами метрологической аттестации результатов анализа.

Данный курс является реализует предпрофильную и профильную подготовку и разработан для **учащихся 9-10 классов** средних общеобразовательных школ (возраст – 16-17 лет), намеренных получить знания по основам аналитической химии, углубить и расширить знания по неорганической химии, целенаправленно готовящимся к поступлению в вузы по химическим, биологическим, медицинским специальностям. После освоения курса учащиеся легче смогут адаптироваться к вузовской программе обучения.

Требования государственного стандарта общего образования по данному курсу не определены, поэтому курс является модифицированным.

Программа курса имеет линейную структуру, так как требует последовательного изучения материала. На начальном этапе учащиеся должны освоить закон действующих масс, оценить все факторы, влияющие на состояние химического равновесия, и только затем приступить к рассмотрению процессов любого типа.

В ходе изучения аналитической химии учащиеся овладевают теоретическими основами анализа веществ, осваивают основные методы анализа, осваивают принципы метрологической аттестации результатов анализа.

Формы и режим занятий: для проведения занятий курса выбрана лекционно-семинарская система и практические (лабораторные) занятия.

На занятия курса отводится **2ч/нед, всего 60 ч/год.**

В результате изучения курса учащиеся должны знать:

- Теоретические основы аналитической химии
- Принципы и методы химического качественного анализа (дробный и систематический)
- Принципы и методы химического количественного анализа (гравиметрия и титриметрия).
- Теоретические основы физико-химических (инструментальных) методов анализа, их применение для определения качественного и количественного состава анализируемых объектов.

В результате изучения курса учащиеся должны уметь:

- Работать с наиболее распространенной химической литературой, электронными учебными пособиями, справочниками, энциклопедиями.
- Правильно выбирать метод анализа в соответствии с поставленной аналитической задачей и заданной точностью определения.
- Владеть техникой и осуществлять различные гравиметрические и титриметрические определения.
- Правильно выполнять расчеты результатов анализа и оценивать их с помощью методов математической обработки.
- Работать с приборами –аналитическими весами, рН-метрами.
- Применять полученные знания для анализа разных препаратов и других биологически активных веществ

Форма подведения итогов реализации образовательной программы: учебно-исследовательская конференция.

2. СОДЕРЖАНИЕ

Предмет и задачи аналитической химии. Микроэлементы, их роль в развитии растений и животных. Удобрения, химические средства защиты и контроль за их применением. Природные и сточные воды, их влияние на состояние почв, контроль их состава. Значение аналитической химии в решении экологических проблем.

Качественный и количественный анализ неорганических и органических веществ. Принципы определения элементов и их ионов в растворах. Методы обнаружения (применение реакций образования осадков, окрашенных соединений, выделения газов) и разделения. Требования, предъявляемые к аналитическим реакциям и реагентам. Чувствительность, открываемый минимум, минимальная концентрация, предельное разбавление. Методы изучения состава вещества. Макро-, полумикро-, микроанализ. Микрористаллоскопический и капельный анализ. Методы анализа.

Аналитические группы катионов и анионов. Понятие о групповом реагенте. Дробный и систематический методы анализа. Систематический ход анализа катионов. Групповой реагент и условия его применения. Качественные реакции на катионы и анионы. Ход анализа смеси солей.

Химическое равновесие. Закон действующих масс как основа аналитической химии. Константа равновесия. Факторы, влияющие на равновесие. Активность, ионная сила раствора, коэффициенты активности, расчет равновесных концентраций. Необходимость учета этих факторов в анализе. Равновесие в гомогенных системах. Ионизация воды и водородный показатель рН. Определение рН раствора в ходе качественного анализа.

Современные представления о кислотно-основных равновесиях. Сила кислот и оснований. Расчёт рН растворов сильных и слабых кислот и оснований. Понятие о состоянии сильных электролитов в растворах. Применение закона действия масс к слабым электролитам. Константы ионизации слабых электролитов и степень их ионизации. Смещение ионных равновесий и действие одноименного иона. Буферные системы. Состав, механизм действия, свойства. Расчет рН буферного раствора. Буферная ёмкость. Применение буферных систем в анализе.

Явление гидролиза. Гидролиз солей, образованных взаимодействием слабых кислот и сильных оснований, образованных взаимодействием слабых оснований и сильных кислот. Расчёт константы гидролиза, степени гидролиза и рН растворов таких солей. Влияние различных факторов на равновесие гидролиза. Роль гидролиза в анализе.

Равновесие в гетерогенной системе. Произведение растворимостей и произведение активностей. Условия образования и растворимости осадков. Связь между растворимостью и ПР. Полнота осаждения. Влияние различных факторов на смещение гетерогенного равновесия. Дробное осаждение. Солевой эффект. Растворение осадка. Превращение одних малорастворимых соединений в другие. Применение процессов осаждения в анализе.

Комплексные соединения в анализе. Основные понятия теории комплексных соединений. Диссоциация комплексных соединений, константы нестойкости комплексных соединений. Использование комплексообразования для маскировки ионов, растворения осадков, изменения потенциала окислительно-восстановительной системы. Применение органических реагентов в анализе. Внутрикомплексные соединения. Понятие о функционально-аналитических группах.

Окислительно-восстановительные реакции в аналитической химии. Понятие об окислительно-восстановительной системе и ее потенциале. Стандартный и равновесный потенциал. Уравнение Нернста. Влияние различных факторов на величину равновесного потенциала. Направление реакции окисления-восстановления и факторы, влияющие на направление реакции (концентрация реагирующих веществ, рН, комплексообразование, образование труднорастворимых веществ, ионная сила, температура).

Задачи и методы количественного анализа. Значение количественного анализа в почвоведении и агрохимии. Требования, предъявляемые к количественному анализу. Химические методы анализа (гравиметрический, титриметрический, газовый). Техника анализа (отбор средней пробы, взятие навески, переведение вещества в раствор). Особенности анализа почв. Подготовка почвы к химическому анализу.

Гравиметрический анализ. Осаждаемая и весовая формы и требования, предъявляемые к ним. Осадки, их образование, свойства и чистота. Свойства кристаллических и аморфных осадков. Влияние различных факторов на структуру и дисперсность осадков. Причины загрязнения осадков. Зависимость структуры осадка от условий осаждения. Влияние различных факторов на полноту осаждения. Выбор осадителя. Расчёты в гравиметрическом анализе. Весы и взвешивание. Источники ошибок. Гравиметрическое определение никеля. Гравиметрическое определение железа. Гравиметрическое определение кальция. Гравиметрическое определение серы. Гравиметрическое определение фосфатов.

Титриметрический анализ. Сущность метода. Требования, предъявляемые к реакциям в титриметрическом анализе. Способы выражения концентраций растворов. Молярная,

нормальная, процентная концентрации. Титр раствора. Методы титриметрического анализа. Вычисление массы эквивалента в различных методах титриметрического анализа. Точка эквивалентности и точка конца титрования. Рабочие растворы. Первичные и вторичные стандарты. Требования, предъявляемые к первичным стандартам. Приготовление стандартных растворов HCl , KMnO_4 , $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$. Способы проведения титрования.

Метод кислотно-основного титрования. Теоретические основы метода. Основные рабочие растворы. Первичные стандарты. Точка нейтральности и точка эквивалентности при титровании кислот и оснований. Концентрация водородных ионов как основная характеристика системы, изменение этой характеристики в процессе титрования. Построение кривых титрования. Влияние различных факторов на величину скачка титрования. Выбор индикатора для установления конечной точки титрования. Интервал перехода окраски индикатора. Практическое применение метода. Определение временной жесткости воды. Определение общей щелочности водной вытяжки почв.

Методы окислительно-восстановительного титрования. Изменение потенциала редокс системы при титровании. Обзор основных методов окислительно-восстановительного титрования (преимущества и недостатки методов, используемые растворы, расчеты). Перманганатометрия. Приготовление рабочих растворов метода. Первичные стандарты метода. Преимущества и недостатки метода. Определение железа (условия, расчёты). Иодо- и иодиметрия. Растворы метода, первичные стандарты, индикатор. Преимущества и недостатки метода. Определение сульфитов, иода, меди. Бихроматометрия.

Характеристика и теоретическое обоснование методов осадительного титрования. Изменение концентрации определяемого иона в процессе титрования и ее вычисление. Принцип построения кривой титрования. Методы осадительного титрования (аргентометрия, меркурометрия, меркуриметрия). Индикаторы методов. Аргентометрия. Способы фиксирования точки эквивалентности. Определение хлоридов.

Методы комплексометрического титрования. Комплексометрия. Построение кривой титрования. Индикаторы метода. Повышение селективности комплексометрии. Определение общей жесткости воды. Определение содержания Ca^{2+} и Mg^{2+} в почвенной вытяжке.

Электрохимические методы анализа. Основные принципы потенциометрического анализа.

Оптические методы анализа. Теоретические основы фотометрии.

Основные принципы спектрального анализа. Качественный и количественный спектральный анализ.

Метрологическая аттестация результатов анализа. Ошибки в количественном анализе. Классификация ошибок, источники ошибок. Оценка истинного значения измеряемой величины с помощью расчета доверительного интервала при заданной надежности.

3. КАЛЕНДАРНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

№ урока	Темы
1	Вводная лекция. Предмет и задачи аналитической химии. Химия и почвоведение. Микроэлементы, их роль в развитии растений и животных. Удобрения, химические средства защиты растений от вредителей и контроль за их применением. Природные и сточные воды, их влияние на состояние почвы; контроль их состава. Тяжёлые металлы. Роль химии в деле охраны окружающей среды.
2	Методы аналитической химии. Аналитические реакции. Дробный и систематический ход анализа смеси катионов и анионов. Кислотно-щелочная схема анализа.
3-12	Химическое равновесие. Закон действующих масс как основа аналитической химии.
3	Общие принципы смещения ионных равновесий, их использование при проведении качественных реакций. Применение закона действующих масс при электролитической диссоциации. Особенности поведения слабых и сильных электролитов в аналитических реакциях. Величина рН растворов.
4	Буферные системы и их значение в анализе. Расчёт значений рН буферных растворов.
5-6	Применение закона действующих масс к гетерогенным процессам. Правило произведения растворимости. Условия образования и растворения осадков. Связь между произведением растворимости и растворимостью осадка. Применение процессов осаждения в химическом анализе.
7	Использование закона действующих масс при амфотерности. Закон действующих масс и явление гидролиза солей.
8-10	Окислительно-восстановительные реакции в аналитической химии. Равновесие окислительно-восстановительных процессов. Стандартный и равновесный окислительно-восстановительный потенциал системы. Влияние различных факторов на величину окислительно-восстановительного потенциала системы. Использование окислительно-восстановительных реакций для обнаружения и разделения катионов и анионов.
11-12	Реакции комплексообразования в аналитической химии. Образование и диссоциация комплексных ионов. Константа нестойкости комплексного иона. Использование явления комплексообразования для открытия, разделения и маскировки ионов. Применение органических реагентов в анализе. Внутрикомплексные соединения. Понятие о функционально-органических группах. Понятие о наиболее распространённых аналитических органических реагентах: дитизоне, диметилглиоксиме, комплексоне.
13-24	Количественный анализ и его задачи
13-14	Значение количественного анализа. Современное состояние количественного анализа и требования, предъявляемые к нему. Химические методы анализа (гравиметрический, титриметрический, газовый). Техника анализа: отбор средней пробы, взятие навески, перевод вещества в раствор. Подготовка объекта к химическому анализу.
15-16	Гравиметрический анализ. Требования, предъявляемые к осадкам в гравиметрическом анализе. Осаждаемая и весовая форма. Условия получения

	кристаллических и аморфных осадков, пригодных для анализа. Загрязнение осадков и борьба с ним. Расчёты при проведении гравиметрического анализа. час.
17-24	<p>Титриметрический анализ</p> <ul style="list-style-type: none"> • Сущность метода. Требования, предъявляемые к реакциям в титриметрическом анализе. Способы выражения концентрации растворов. Методы титриметрического анализа. Способы проведения титрования. Вычисления в титриметрическом анализе. • Методы окислительно-восстановительного титрования. Изменение потенциала редокс-системы при титровании. Методы фиксирования конечной точки титрования. Обзор основных окислительно-восстановительных методов анализа: перманганатометрии, иодометрии, бихроматометрии. • Методы осадительного титрования. Изменение концентрации определяемого иона в процессе титрования и её вычисление. Обзор основных методов осадительного титрования: аргентометрия, меркурометрия, меркуриметрия. Основные индикаторы в методах осадительного титрования. • Метод комплексонометрического титрования. Металлоиндикаторы и принцип их действия. Применение комплексонов для определения жёсткости воды, для анализа кальция, магния в почвенной вытяжке.
25-26	<p>Физико-химические методы анализа</p> <ul style="list-style-type: none"> • Электрохимические методы анализа. • Оптические методы анализа. • Основные принципы спектрального анализа.
27-28	Метрологическая аттестация результатов анализа. Ошибки в количественном анализе. Классификация ошибок, источники ошибок. Оценка истинного значения измеряемой величины с помощью расчета доверительного интервала при заданной надежности.

4. КАЛЕНДАРНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

№занятия	ТЕМЫ
29-32	<p>Изучение качественных реакций катионов 1, 2 и 3-й аналитических групп. Лабораторная работа 1: K^+ (реакции 1,2,3), Na^+ (реакции 1,2), NH_4^+ (реакции 1,2).</p> <p>Лабораторная работа 2: групповой реагент HCl и свойства хлоридов, Ag^+ (реакция 3), Pb^{2+} (реакции 3,4), Hg_2^{2+} (реакция 3).</p> <p>Лабораторная работа 3: групповой реагент H_2SO_4, Ba^{2+} (реакция 2), Ca^{2+} (реакции 1,2).</p>
33-34	<p>Анализ смеси катионов 1 - 3 аналитических групп. Лабораторная работа 4.</p>

35-40	<p>Семинар 1. Изучение качественных реакций катионов 4, 5 и 6-й аналитических групп.</p> <p>Лабораторная работа 5: групповой реагент NaOH, Al³⁺ (реакция 2), Cr³⁺ (реакция 3), Zn²⁺ (реакция 5).</p> <p>Лабораторная работа 6: групповой реагент NaOH, Fe²⁺ (реакции 3,4), Fe³⁺ (реакции 2,3), Mn²⁺ (реакция 3), Mg²⁺ (реакции 3,4).</p> <p>Лабораторная работа 7: групповой реагент NH₄OH, Cu²⁺ (реакции 1,3), d²⁺ (реакция 1), Co²⁺ (реакция 1), Ni²⁺ (реакция 1).</p>
41-42	<p>Анализ смеси катионов 4,5 и 6-й аналитических групп.</p> <p>Лабораторная работа 9.</p>
43-45	<p>Изучение качественных реакций анионов.</p> <p>Лабораторная работа 12 : групповой реагент BaCl₂, SO₄²⁻ (реакция 1), CO₃²⁻ (реакции 1,3), PO₄³⁻ (реакции 1,3), SiO₃²⁻ (реакция 2).</p> <p>Лабораторная работа 13 : Cl⁻ (реакция 1), Br⁻ (реакции 1,2), Y⁻ (реакции 1,3).</p> <p>Лабораторная работа 14 : NO₃⁻ (реакция 1), NO₂⁻ (реакции 2,3), удаление NO₂⁻</p>
46	<p>Анализ сухой соли.</p> <p>Лабораторная работа 15.</p>
47-48	<p>Гравиметрическое определение железа в растворе.</p> <p>Лабораторная работа 16 (задача 3).</p>
49	<p>Семинар 2.</p> <p>Продолжение работы по определению железа</p>
50	<p>Кислотно-основное титрование.</p> <p>a. Приготовление раствора соляной кислоты.</p> <p>b. Установление точной концентрации раствора HCl.</p>
51-52	<p>Семинар 3.</p> <p>Продолжение кислотно-основного титрования.</p> <p>a. Определение содержания щёлочи в растворе.</p> <p>b. Определение карбонатной жёсткости воды.</p>
53-54	<p>Окислительно-восстановительное титрование.</p> <p>Перманганатометрия.</p> <p>a. Определение концентрации рабочего раствора KMnO₄.</p> <p>b. Определение содержания железа в растворе.</p>
55-56	<p>Семинар 4.</p> <p>Продолжение окислительно-восстановительного титрования.</p> <p>Иодометрия.</p> <p>a. Определение концентрации рабочего раствора Na₂S₂O₃.</p> <p>b. Определение содержания меди в растворе.</p>

57-58	Осадительное титрование (показательное титрование хлоридов). Комплексонометрия: определение общей жёсткости воды
59-60	Итоговый зачет. Учебно-исследовательская конференция.

5. МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КУРСА

Теоретические занятия

- Используемые формы приемы методы: словесные (лекция, объяснение, беседа, инструктаж) и словесно-наглядные (использование ИКТ в процессе объяснения материала)
- Дидактическое техническое оснащение: инструкции по технике безопасности, план курса дополнительного образования; компьютер, проектор.
- Формы подведения итогов: семинары, письменный зачет.

Практические (лабораторные) занятия

- Используемые формы приемы методы: словесно-наглядно-практические (лабораторные работы, демонстрации)
- Дидактическое техническое оснащение: инструкции по технике безопасности, инструктивные материалы к практическим (лабораторным) работам; компьютер, проектор.
- Формы подведения итогов: оформление отчетов по результатам лабораторных работ, итоговый зачет, итоговая учебно-исследовательская конференция.

Итоговый зачет предполагает выбор школьниками объекта и предмета исследования с помощью изученных методов аналитической химии и проведение данного исследование в рамках зачетных занятий.

Результаты каждого аналитического мини-исследования школьники представляют в рамках учебно-исследовательской конференции.

6. ЛИТЕРАТУРА

основная:

1. Основы аналитической химии // под ред. Золотова Ю.А. В 2-х кн. - М.: Высшая школа, 1999. - 351 с., 493 с.
2. Васильев В.П. Аналитическая химия. В 2-х ч. - М.: Высшая школа, 1989. - 320 с., 384 с.
3. Пятницкий И.В., Пилипенко А.Т. Аналитическая химия. - М.:Химия. 1990. - Ч. 1 - 481 с., Ч.2. - 365 с.
4. Логинов Н.Я., Воскресенский А.Г., Солодкин И.С. Аналитическая химия- М.: Просвещение, 1979. - 480 с.
5. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. - М.:Химия, 1979. - 448 с.
6. Методические указания к проведению лабораторных занятий по аналитической химии для студентов специальности "биология". Части 1-4. - Ростов н/Д: УПЛ РГУ, 1999.

дополнительная:

1. Аналитическая химия// под редакцией Петрухина О.М. - М.:Химия, 1993. 397 с.
2. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. - М.: МГУ, 1970.
3. Дорохова Е. Н., Прохорова Г. В. Задачи и вопросы по аналитической химии. - М.: МГУ, 1984. - 216 с; 1997. - 189 с.
4. Пономарев В.Д. Аналитическая химия. - М.: Высшая школа, 1982. - Ч.1 - 334 с., Ч.2. - 286 с.
5. Скуг Д., Уэст Д. Основы аналитической химии. - М.: Мир, 1979. - Т.1 - 480 с., Т.2 - 440 с.